

2D-ПЛАНИРОВАНИЕ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА

Г.М. Кавалерский¹, А.П. Середа², В.Ю. Мурылев¹, Я.А. Рукин¹, А.В. Гаврилов³,
И.В. Архипов⁴, А.М. Ятченко³, И.Ю. Бычков¹

¹ ГБОУ ВПО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2, Москва, Россия, 119991

² ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации ФМБА России», ул. Б. Дорогомиловская, д. 5, Москва, Россия, 121059

³ ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», Ленинские горы, д. 1, Москва, Россия, 119991

⁴ ФГБНУ «Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского» РАМН, Абрикосовский пер., д. 2, Москва, Россия, 119991

Реферат

Эндопротезирование тазобедренного сустава является широко распространенной операцией, успех которой во многом зависит от планирования. Традиционно планирование эндопротезирования выполняется по рентгенограммам, проявленным на пленке. Но этот метод не лишен многих недостатков, в том числе и известное планомерное вытеснение аналоговых рентгенологических установок цифровыми. Широкая палитра шаблонов компонентов эндопротеза для планирования доступна в многочисленных зарубежных специальных программах-планировщиках эндопротезирования, но все они имеют весьма значительную стоимость. Коллективом авторов из Первого МГМУ им. И.М. Сеченова, МГУ им. М.В. Ломоносова и РНЦХ им. Б.В. Петровского разработана оригинальная компьютерная программа планирования эндопротезирования тазобедренного сустава, которая позволяет выполнять планирование не только в формате DICOM, но и по фотографиям традиционных пленочных рентгенограмм. В процессе работы было доказано, что проекционное искажение при фотографировании рентгенограммы, приложенной к негатоскопу, без штатива составляет 1,95%. Работы программы по планированию была апробирована при выполнении 316 операций тотального эндопротезирования тазобедренного сустава. Оказалось, что для вертлужных компонентов количество совпадений составило 301 (95,3 %), а для бедренных компонентов 304 (96,2 %). Случаев изменения типа компонентов во время операции не было. Таким образом, создана отечественная импортозаменяющая программа планирования, позволяющая работать с разнообразными форматами изображений, дающая возможность оцифровки пленочных рентгенограмм.

Ключевые слова: планирование эндопротезирования тазобедренного сустава, компьютерная программа.

Введение

Эндопротезирование тазобедренного сустава является индустриально отточенной и широко востребованной всем мире операцией [6]. Количество ежегодно выполняемых в России операций по замене тазобедренного сустава невозможно установить ввиду отсутствия единого регистра эндопротезирования. Однако можно уверенно утверждать, что это число ежегодно составляет как минимум 30 тыс., то есть 25 на 100 тыс. населения в год.

Значительный рост в последние десятилетие обусловлен в том числе широким внедрением усовершенствованных технологий эндопротезирования и появлением механизма высокотехнологичной медицинской помощи с соответствующим финансированием этих операций.

Однако следует отметить, что потребность в таких операциях в России составляет более 250 тыс. в год, т.е. в 10 раз больше, чем выполняется сейчас. По данным литературы, ежегодно в Германии выполняется 286 операций на 100 тыс. населения, в Швейцарии – 306, в Бельгии – 236, а в США – 180 операций на 100 тыс. населения [7, 8, 9, 12]. Таким образом, в России количество выполняемых операций эндопротезирования тазобедренного сустава в 10–15 раз меньше, чем в европейских странах.

Благодаря программе высокотехнологичной медицинской помощи сложилась следующая тенденция: в России существуют крупные центры эндопротезирования тазобедренного сустава, где число выполняемых операций весьма велико, и эти центры можно признать высо-

Кавалерский Г.М., Середа А.П., Мурылев В.Ю., Рукин Я.А., Гаврилов А.В., Архипов И.В., Ятченко А.М., Бычков И.Ю. 2D-планирование эндопротезирования тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2015; (4):95-102.

Середа Андрей Петрович. Ул. Б. Дорогомиловская, д. 5, Москва, Россия, 121059; e-mail: drsereda@gmail.com

Рукопись поступила: 01.10.2015; принята в печать: 21.10.2015

коактивными в хирургическом плане даже на европейском уровне. Так, например за 2011 г. в РНИИТО им. Р.Р. Вредена выполнено 2333 таких операций [5], в Лечебно-реабилитационном центре за тот же период – 1346, в Национальном медико-хирургическом институте имени Н.И. Пирогова – около 1300 операций, в УКБ № 1 ГБОУ ВПО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» – 608 операций, за 2014 г. – 613 операций, в Центральном научно-исследовательском институте травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова – 608 операций. В 2009 г., по данным шведского регистра эндопротезирования, в госпитале Hässleholm-Kristianstad было выполнено 895 операций, в госпитале St. Göran – 416 операций, в клинике Falun – 328 операций [10]. В 2013 году, по данным того же шведского регистра, больше всего операций (777) было выполнено в госпитале Hässleholm-Kristianstad, а в большинстве остальных клиник число операций варьировало от 100 до 350 [11].

Эндопротезирование тазобедренного сустава не представляется возможным без планирования, в ходе которого хирург подбирает наиболее подходящую геометрию эндопротеза, в частности ножи (простой клин, двойной клин, с расширенной верхней частью и круглым сечением снизу, конические, четырехугольного поперечного сечения, цилиндрические, модульные, анатомические изогнутые, короткие) [6] и типоразмер других компонентов.

Важно отметить, что традиционное планирование эндопротезирования осуществляется по рентгенограммам, имеющим увеличение, с использованием целлулоидных шаблонов, которые предоставляются фирмой-производителем эндопротезов и/или импортером. Важно отметить, что увеличение по рентгенограммам не стандартизировано, и мы не можем с уверенностью говорить о реальном проценте увеличения на традиционном рентгеновском аппарате. Это является значительной проблемой при планировании операции. На практике традиционное планирование не лишено других недостатков.

Во-первых, в наличии (под рукой) часто оказывается нужных шаблонов (утрачены, забрал коллега, отсутствуют в принципе, не привозила фирма-поставщик эндопротезов и т.д.).

Во-вторых, не регламентирована сложная процедура протоколирования плана операции. По результатам планирования хирург получает данные о планируемом типоразмере, но не получает документа, хоть как-то объективизирующего план операции и пригодного для внедрения в историю болезни.

В-третьих, в настоящее время традиционные пленочные рентгенологические аппараты уходят в прошлое. Все шире и шире внедряются на рынки медицинского оборудования цифровые рентгенологические аппараты, которые позволяют выполнять рентгенографию с меньшей лучевой нагрузкой и сохранять результаты обследования в файлах формата JPEG, TIFF, BMP, PNG или в международном стандарте хранения медицинских изображений – DICOM. Можно уверенно сказать, что происходит постепенное вытеснение цифровыми рентгенологическими аппаратами традиционных аналоговых аппаратов. И вероятно, спустя 5–7 лет, цифровые рентгенологические аппараты будут более распространены, чем традиционные аналоговые [1, 3, 22, 44].

Применение цифровой рентгенографии исключает возможность планирования операции эндопротезирования тазобедренного сустава с применением целлулоидного шаблона по очевидным техническим причинам. Естественно, эту проблему решают путем создания оригинального программного обеспечения. В настоящее время на рынке присутствует множество программ планирования операции эндопротезирования тазобедренного сустава: OneFit Hip Planning компании OneFit (<http://www.onefit-medical.com>), Sectra AB (<http://www.sectra.com>) Шведского производства, OrthoCAD производителя Itero (<http://www.itero.com>), Traumacad производителя Voyanthealth (<http://www.voyanthealth.com>), Orthopedic Surgery 2D Planner производителя Optimedi (<http://optimedi.pl>), Orthoview одноименной компании (<http://www.orthoview.com>) и некоторые другие.

Между тем, эти программы не лишены недостатков и ограничений. В частности, все они весьма дороги: в зависимости от подбора модулей и блоков стоимость варьируется от 1000 до 20 000 евро, что, по очевидным причинам, представляет определенные сложности для отечественной системы здравоохранения. Вторым недостатком таких программ заключается в том, что они «понимают» определенный формат изображения. В большинстве случаев таким форматом является DICOM. Таким образом, эти программы внедряются и могут функционировать только в той больнице, где есть исключительно цифровая сетевая рентгенологическая служба (сеть, специальный сервер и модули), и чаще всего они рассчитаны на «моно-формат» изображения (либо DICOM, либо JPEG).

Между тем, в реалиях российской медицины, особенно применительно к центрам, осуществляющим эндопротезирование тазобедренного

сустава по высокотехнологичной медицинской помощи, пациенты приезжают из регионов с рентгенограммами разного формата, и в подавляющем большинстве случаев это традиционные пленочные рентгенограммы. Но все чаще и чаще пациенты приезжают из регионов с рентгенограммами различных цифровых форматов. Таким образом, мы нуждаемся в создании программного обеспечения по планированию операции эндопротезирования тазобедренного сустава, которое будет отвечать следующим требованиям:

- 1) дешевый, импортозамещающий продукт;
- 2) «понимание» большого количества форматов изображений;
- 3) модуль перевода традиционных пленочных рентгенограмм с калибровкой в цифровой формат;
- 4) составление плана операции в русскоязычном интерфейсе с возможностью внесения протокола планирования в историю болезни.

Материал и методы

В 2012 г. коллектив кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф ГБОУ ВПО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» совместно с группой разработчиков из «Гаммамед» МГУ им. М.В. Ломоносова начали работать над программным модулем, позволяющим выполнять планирование эндопротезирования тазобедренного сустава в составе автоматизированного рабочего комплекса «Гамма Мультивокс П» (MultiVox).

В 2014 г. пилотный образец программы планирования был закончен, и начата клиническая апробация программного продукта. В библиотеке программы содержится более 1500 типоразмеров эндопротезов 14 фирм-производителей, которые были доступны в середине 2013 г. В настоящее время не реализован модуль обновления библиотеки шаблонов, однако в библиотеке присутствуют подавляющее большинство используемых в России моделей эндопротезов следующих фирм: Zimmer, DePuy, Biomet, Smith&Nephew, ImplantCast и т.д.

В клинике травматологии, ортопедии и патологии суставов УКБ № 1 ГБОУ ВПО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» а также в Московском городском центре эндопротезирования костей и суставов ГБУЗ ГКБ им. С.П. Боткина за период с сентября 2014 года по июнь 2015 года было выполнено 316 операций тотального эндопротезирования тазобедренного сустава с их планированием в разработанной программе. Все операции выполнялись двумя опытными хирургами, каждый из которых имеет опыт более 1000 эндопротезиро-

ваний тазобедренного сустава: 226 операций выполнено в УКБ № 1 и 90 операций – в ГКБ им. С.П. Боткина. Планирование операции с использованием программного модуля в составе автоматизированного рабочего комплекса «Гамма Мультивокс П» осуществлялось непосредственно оперирующими хирургами. Протоколы планирования операций на двух клинических базах были одинаковыми.

Принцип работы программы

Программа обеспечивает ввод цифровых рентгеновских изображений, фотографий рентгеновских изображений в форматах JPEG, BMP, TIFF, GIF и в международном стандарте хранения изображений DICOM. Также в программе реализован метод калибровки фотографий традиционных цифровых рентгенограмм по окружности/сфере заранее известного диаметра.

Мы провели анализ искажений размеров при фотографировании традиционной рентгенограммы, приложенной к негатоскопу, традиционным фотоаппаратом без вспышки и выяснили, что рентгенограмму допустимо фотографировать с расстояния от объектива до негатоскопа в диапазоне 80–100 см.

Традиционно считается, что фотографирование должно осуществляться с жестко фиксированного штатива на уровне середины рентгенограммы (черная пунктирная линия). Но в случае отклонения и положения объектива на уровне нижней или верхней (синяя и зеленая пунктирные линии) границы рентгенограммы отклонение проекционных размеров составляет не более 2%. Аналогичная ситуация применима к левой и правой границам рентгенограммы. Сложно предположить, что хирург, фотографирующий рентгенограмму, будет отклонять объектив фотоаппарата настолько, что он выйдет за пределы проекционных границ снимка. Таким образом, нет необходимости в использовании штатива, центрального и установленного на фиксированном расстоянии от рентгенограммы (рис. 1).

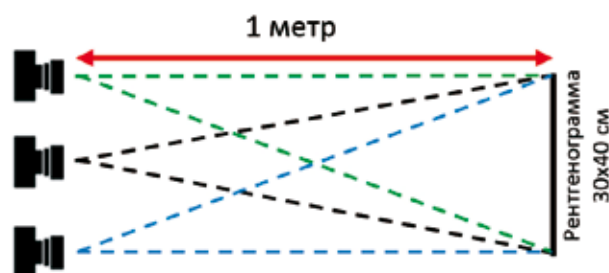


Рис. 1. Варианты фотографирования рентгенограммы фотоаппаратом без штатива

Для расчёта отклонения укажем, что длина стороны А равна 40 см (длина рентгенограммы), стороны В – 100 см (расстояние от фотоаппарата до рентгенограммы), а угол между ними равен 90°. Находим третью сторону С по теореме косинусов, которая равна 107,7 см (рис. 2 а) Ниже приведены расчеты нашего утверждения.

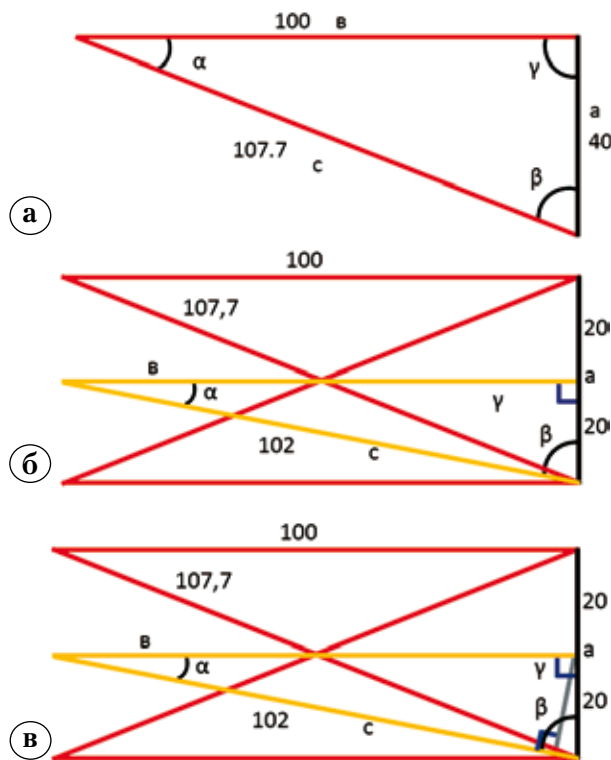


Рис. 2. Искажение проекции при фотографировании нецентрированным фотоаппаратом

Третью сторону находим из теоремы косинусов:

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cdot \cos \gamma \Rightarrow$$

$$c = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cdot \cos \gamma} =$$

$$= \sqrt{1600 + 10000 - 2 \cdot 40 \cdot 100 \cdot 0} \approx \sqrt{11600} \approx 107,7.$$

Теперь, имея три стороны, по теореме косинусов находим угол α :

$$\cos \alpha = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc} = \frac{10000 + 11600 - 1600}{2 \cdot 100 \cdot 107,7} \approx$$

$$\approx 0,928 \Rightarrow \alpha \approx 21,8^\circ$$

$$\beta = 180^\circ - \alpha - \gamma = 180^\circ - 21,8^\circ - 90^\circ; \beta = 68,2^\circ$$

Ответ: $c = 107,7$; $\alpha = 21,8^\circ$; $\beta = 68,2^\circ$

Далее рассчитывается второй треугольник. Длина стороны А равна 20 см (половина от ширины рентгенограммы), сторона В условно равна 100 см (расстояние от фотоаппарата до рентгенограммы), а угол между ними равен 90°. Находим третью сторону С по теореме косинусов, которая равна 102 см (рис. 2 б).

Третью сторону находим из теоремы косинусов:

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cdot \cos \gamma \Rightarrow$$

$$c = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cdot \cos \gamma} =$$

$$= \sqrt{400 + 10000 - 2 \cdot 20 \cdot 100 \cdot 0} \approx \sqrt{10400} \approx 102.$$

Теперь, имея три стороны, по теореме косинусов находим угол α :

$$\cos \alpha = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc} = \frac{10000 + 10400 - 400}{2 \cdot 100 \cdot 102} \approx$$

$$\approx 0,981 \Rightarrow \alpha \approx 11,3^\circ$$

$$\beta = 180^\circ - \alpha - \gamma = 180^\circ - 11,3^\circ - 90^\circ; \beta = 78,7^\circ$$

Ответ: $c = 102$; $\alpha = 11,3^\circ$; $\beta = 78,7^\circ$

Затем вычисляем высоту треугольника (серая линия, рис. 2 в), которая составляет 19,61 см. В результате получаем процент отклонения ее длины, который составляет 1,95%. Эта цифра соответствует величине проекционного искажения, возникающего при максимальном условно допустимом отклонении фотоаппарата от центра рентгенограммы до уровня ее проекционной границы.

Алгоритм планирования

В начале работы программы необходимо открыть изображение рентгенограммы. Если мы имеем дело со сфотографированным вариантом традиционной рентгенограммы, необходимо осуществить калибровку. Для этого при фотографировании традиционной рентгенограммы можно приложить шар или сферу известного диаметра (головка эндопротеза 28, 32 мм и др.). Далее осуществляется автоматическая калибровка по калибровочной окружности/сфере фиксированного размера на рентгенограмме. Сначала программа самостоятельно по разнице контрастов осуществляет автоматический поиск окружности/сферы, после чего необходимо указать ее диаметр. Алгоритм поиска работает быстро и точно, даже если окружность/сфера частично выходит за рамки рентгеновского снимка или если сфера проецируется на изображение кости пациента (рис. 3).

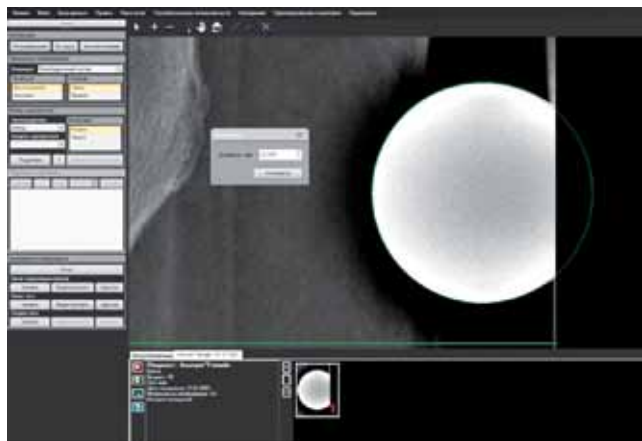


Рис. 3. Рентгенограмма с калибровочной сферой известного диаметра (головка эндопротеза). Калибровка возможна даже при выходе границ объекта за пределы рентгенограммы

После этого на рентгенограмме определяют маркеры седалищных бугров и малого вертела. Программа автоматически вычисляет офсет, сравнивает разницу в длине конечностей, предлагает варианты исправления, основываясь на данных с контралатеральной стороны, что позволяет более точно оценить разность в длине ног до операции и спланировать предстоящее лечение. В целом интерфейс и алгоритм собственно планирования повторяют зарубежные программные аналоги, поэтому мы не будем останавливаться на них подробно (рис. 4).

В программе имеется возможность отмечать часто используемые компоненты и переносить их в отдельный список для последующей более быстрой навигации по «избранным» компонентам.



Рис. 4. Вариант планирования операции эндопротезирования

Результаты планирования представляются в виде таблицы, в которой представлены возможные положения компонентов. Обеспечивается автоматическая сортировка этих вариантов по различным признакам (расстояние по горизонтали, вертикали, абсолютное расстояние, разница в длине ног). Предусмотрена возможность сохранения результата планирования в базе данных и представления его в виде протокола планирования операции в формате PDF, который можно прикладывать к электронной истории болезни. Формат вывода данных пригоден для формирования баз данных, последующего статистического анализа. Конечно, возможно распечатывание протокола планирования и внедрение в традиционную бумажную историю болезни (рис. 5).

MultiVox-Prothetic Report

Ножка		Чашка			
Производитель: Depuy Модель: Corail Stems Size: 15 Type: Collared Offset: Standard		Производитель: Depuy Модель: Pinnacle Acetabular Cups External Diameter: 60			
Точка Ножка	Точка Чашка	Расстояние, мм	По гориз-ли, мм	По верт-ли, мм	Разн ног, мм
+1 5	0	013,8	013,7	001,4	-
+1 5	+4	011,1	011,0	001,3	-
+5	0	011,8	011,7	001,4	-
+5	+4	009,9	009,0	004,2	-
+8 5	0	010,6	009,7	004,3	-
+8 5	+4	009,9	006,9	007,0	-
+12	0	010,4	007,6	007,1	-
+12	+4	011,0	004,9	009,8	-
+15 5	0	011,4	005,6	010,0	-
+15 5	+4	013,0	002,9	012,7	-



Рис. 5. Сформированный протокол планирования с таблицей автоматических расчетов изменения длины конечности при разном офсете

Поскольку программа планирования построена на базе комплекса MultiVox и является ее модулем, то она располагает широким набором функциональных клавиш и инструментов (линейка, сфера, поворот изображения, расчет расстояния, углов и т.д).

Результаты

На клинических базах кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф Первого МГМУ им. И.М. Сеченова с применением

описанного программного модуля было выполнено 316 операций тотального эндопротезирования тазобедренного сустава у 294 пациентов: 22 пациентам операции последовательно выполнены с двух сторон с интервалом в 2–8 месяцев; с применением эндопротезов бесцементной фиксации выполнено 184 операции (58,2%), гибридной фиксации (вертлужный компонент бесцементной фиксации, бедренный компонент цементной фиксации) – 25 (7,9%) операций, с применением компонентов цементной фиксации – 107 (33,9%).

Проведен анализ совпадения размеров, запланированных в MultiVox, и установленных вертлужных и бедренных компонентов. Результаты представлены на рисунках 6 и 7.

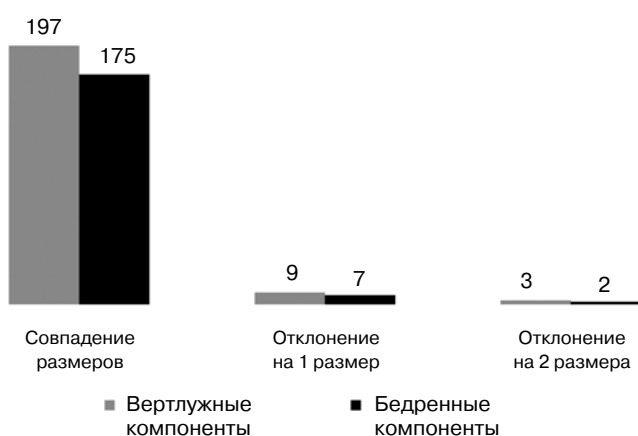


Рис. 6. Распределение отклонений размеров вертлужных и бедренных компонентов бесцементной фиксации, запланированных в MultiVox и установленных во время операции

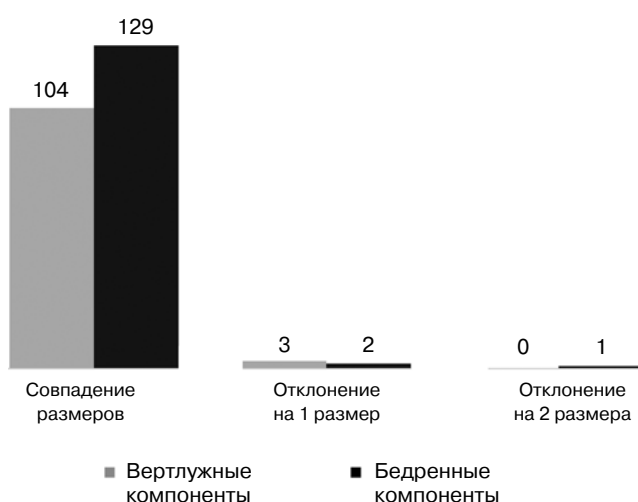


Рис. 7. Распределение отклонений размеров вертлужных и бедренных компонентов цементной фиксации, запланированных в MultiVox и установленных во время операции

Таким образом, для вертлужных компонентов бесцементной фиксации количество совпадений планируемых и установленных размеров составило 197 (94,3%), а для вертлужных компонентов цементной фиксации – 104 (97,2%). Для бедренных компонентов бесцементной фиксации количество совпадений составило 175 (95,1%), а для бедренных компонентов цементной фиксации – 129 (97,7%). Суммарно для вертлужных компонентов количество совпадений составило 301 (95,3%), а для бедренных компонентов – 304 (96,2%). Случаев изменения типа компонентов во время операции не было.

Выводы

1. Созданный программный модуль «Гамма Мультивокс П» представляет собой недорогой импортозамещающий продукт, с помощью которого можно улучшить и ускорить планирование эндопротезирования тазобедренного сустава.

2. Понимание большого количества форматов, возможность оцифровки пленочных рентгенограмм и русскоязычный интерфейс значительно расширяют возможности применения данной программы не только в крупных федеральных центрах, но и в городских больницах.

3. Реализована возможность протоколирования результатов планирования операции с занесением в историю болезни.

4. Необходима дальнейшая доработка программы, в частности в отношении обновления библиотеки шаблонов.

Конфликт интересов: не заявлен.

Литература

1. Блинов Н.Н., Васильев А.Ю., Зиниченко В.Я. Необходимость и достаточность технического перевооружения отечественного здравоохранения. *Медицинская техника.* 2011; (5):26-29.
2. Камышанская И.Г., Мазуров А.И. Снижение лучевых нагрузок при исследованиях на цифровых рентгеновских аппаратах. *Биотехносфера.* 2010; (4):33-37.
3. Мазуров А.И. Последние достижения в цифровой рентгенодиагностике. *Медицинская техника.* 2010; (5):10-14.
4. Мазуров А.И. Сфера применения цифровых технологий в медицинской рентгенотехнике и их фундаментальные ограничения. *Медицинская техника.* 2009; (1):25-29.
5. Тихилов Р.М., Гончаров М.Ю., Дроздова П.В., Сивков В.С., Сементковский А.В., Малыгин Р.В. Заполняемость регистра эндопротезирования тазобедренного сустава ФГУ «РНИИТО им. Р.Р. Вредена». *Травматология и ортопедия России.* 2011; (2):153-159.
6. Середа А.П. Эндопротезирование тазобедренного сустава: ответы на все вопросы. М.: Гранат; 2014. 121 с.

7. CDC National Hospital Discharge Survey (2012 table, inpatient surgery. Procedures by selected patient characteristics – Number by procedure category and age). National Health Statistics Reports N 57, September 27, 2012.
8. OECD (2013), Health at a Glance 2013: OECD Indicators, OECD Publishing. http://dx.doi.org/10.1787/health_glance-2013-en. ISBN 978-92-64-20502-4 (PDF).
9. Kurtz S. Prevalence of primary and revision total hip and knee arthroplasty in the United States from 1990 through 2002. *J Bone Joint Surg.* 2005; 87-A(7):1487-1497.
10. Swedish Hip Arthroplasty Register 2009 Annual Report. <http://www.shpr.se/libraries/documents/annualreport-2009-en.sflb.ashx>
11. Swedish Hip Arthroplasty Register 2013 Annual Report. http://www.shpr.se/Libraries/Documents/AnnualReport_2013-04-1_1.sflb.ashx
12. The American Joint Replacement Registry 2013 Annual Report http://www.ajrr.net/images/downloads/AJRR_2013_Annual_Report.pdf

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Кавалерский Геннадий Михайлович – д-р мед. наук профессор директор научно-образовательного клинического центра «Травматология и ортопедия» ГБОУ ВПО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России

Серёда Андрей Петрович – д-р мед. наук директор ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации» ФМБА России

Мурьев Валерий Юрьевич – д-р мед. наук профессор кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф; ведущий научный сотрудник научно-образовательного клинического центра «Травматология и ортопедия» ГБОУ ВПО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России

Рукін Ярослав Алексеевич – доцент кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф, старший научный сотрудник научно-образовательного клинического центра «Травматология и ортопедия» ГБОУ ВПО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России

Бычков Иван Юрьевич – аспирант кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф ГБОУ ВПО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России

Гаврилов Андрей Васильевич – канд. тех. наук заведующий лабораторией отдела микроэлектроники НИИЯФ им. Д.В. Скобельцына ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова»

Архипов Иван Владимирович – программист, ФГБНУ «Российский научный центр хирургии им. академика Б.В. Петровского» РАМН

Ятченко Артём Михайлович – программист, факультет ВМК ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова»

2D PLANNING FOR HIP ARTHROPLASTY

G.M. Kavalersky¹, A.P. Sereda², V.Yu. Murylev¹, Ya.A. Rukin¹, A.V. Gavrilov³, I.V. Arkhipov⁴, A.M. Yatchenko³, I.Yu. Bychkov¹

¹ *Sechenov First Moscow State Medical University, ul. Trubetskaya, 8, Moscow, Russia, 119991*

² *Federal Research and Clinical Center of Medicine and Rehabilitation of Federal Medical Biological Agency, ul. B. Dorogomilovskaya, 5, Moscow, Russia, 121059*

³ *Lomonosov Moscow State University, Leninskiye gory, 1, Moscow, Russia, 119991*

⁴ *Petrovsky Russian Science Center of Surgery, Abrikosovskiy per., 2, Moscow, Russia, 119991*

Abstract

Hip arthroplasty is a common surgery, the success of which largely depends on its planning. Traditionally, arthroplasty planning performed on X-ray film, but this method has many shortcomings, including the well-known systematic repression for analogue X-ray systems to digital. The wide range of implant templates for the planning available in numerous of foreign special planning programs for arthroplasty, but all of them are very expensive. A team of authors from Sechenov First Moscow State Medical University, Lomonosov Moscow State University and Petrovsky National

Cite as: Kavalersky GM, Sereda AP, Murylev VYu, Rukin YaA, Gavrilov AV, Arkhipov IV, Yatchenko AM, Bychkov IYu. [2D planning for hip arthroplasty]. *Traumatologiya i ortopediya Rossii.* 2015; (4):95-102. [in Russian]

✉ *Sereda Andrei P.* Ul. B. Dorogomilovskaya, 5, Moscow, Russia, 121059; e-mail: drsereda@gmail.com

1 Received: 01.10.2015; Accepted for publication: 21.10.2015

Research Centre of Surgery developed an original computer program for hip arthroplasty planning that allows to plan not only in the DICOM format, but also in photographs of traditional X-ray film. In the process of their work, it has been proved that the projection distortion when photographing X-ray applied to the X-ray viewer without a tripod is 1.95%. Practical testing of the planning program was carried out with 316 total hip arthroplasty surgeries. It turned out that for acetabular component the number of matches was 301 (95.3%), and for femoral components – 304 (96.2%). There were no cases of changing the type of components during surgeries. Thus, the created domestic import-substituting planning program allows working with a variety of image formats and making it possible to digitize X-ray film.

Key words: hip arthroplasty planning, software.

Conflict of interest: none.

References

1. Blinov NN, Vasil'yev AYu, Zinichenko VYa. [The necessity and the adequacy of the technical retrofitting in national health care]. *Meditsinskaya tekhnika* [Medical equipment]. 2011; (5):26-29. [in Rus.]
2. Kamyshanskaya IG, Zakharov AI. [Reduction of radiation exposure in studies with digital X-ray unit]. *Biotechnosphere* [Biotekhnosfera]. 2010; (4):33-37. [in Rus.]
3. Mazurov AI. [Recent advances in digital radiology]. *Meditsinskaya tekhnika* [Medical equipment]. 2010; (5):10-14. [in Rus.]
4. Mazurov AI. [Application sphere of digital medical X-ray technologies and its fundamental limitations]. *Meditsinskaya tekhnika* [Medical equipment]. 2009; (1):25-29. [in Rus.]
5. Tikhilov RM, Goncharov MYu, Drozdova AV, Sivkov VS, Sementkovskiy AV, Malygin RV. [The of fillability of Hip Replacement Registry in Vreden Russian Research Institution of Traumatology and Orthopedics]. *Traumatalogiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2011; (2):153-159. [in Rus.]
6. Sereda AP. Hip replacement: all the answers. M.: Granat; 2014. 121 s. [in Rus.]
7. CDC National Hospital Discharge Survey (2012 table, inpatient surgery. Procedures by selected patient characteristics - Number by procedure category and age). National Health Statistics Reports N 57, September 27, 2012.
8. OECD (2013), Health at a Glance 2013: OECD Indicators, OECD Publishing. http://dx.doi.org/10.1787/health_glance-2013-en. ISBN 978-92-64-20502-4 (PDF).
9. Kurtz S. Prevalence of primary and revision total hip and knee arthroplasty in the United States from 1990 through 2002. *J Bone Joint Surg.* 2005; 87-A(7):1487-1497.
10. Swedish Hip Arthroplasty Register 2009 Annual Report. <http://www.shpr.se/libraries/documents/annualreport-2009-en.sflb.ashx>
11. Swedish Hip Arthroplasty Register 2013 Annual Report. http://www.shpr.se/Libraries/Documents/AnnualReport_2013-04-1_1.sflb.ashx
12. The American Joint Replacement Registry 2013 Annual Report http://www.ajrr.net/images/downloads/AJRR_2nnual_Report.pdf

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Kavalersky Gennady M. – professor, head of orthopaedic department, Sechenov First Moscow State Medical University

Sereda Andrei P. – director of Federal Research and Clinical Center of Medicine and Rehabilitation of Federal Medical Biological Agency

Murylev Valery Yu. – professor, research associate, Sechenov First Moscow State Medical University, orthopaedic department

Rukin Yaroslav A. – associated professor, Sechenov First Moscow State Medical University, orthopaedic department

Gavrilov Andrei V. – head of microelectronics laboratory, Lomonosov Moscow State University

Arkhipov Ivan V. – programmer, Petrovsky Russian Science center Center of Surgery

Yatchenko Artem M. – programmer, Lomonosov Moscow State University

Bychkov Ivan Yu. – postgraduate, Sechenov First Moscow State Medical University, orthopaedic department